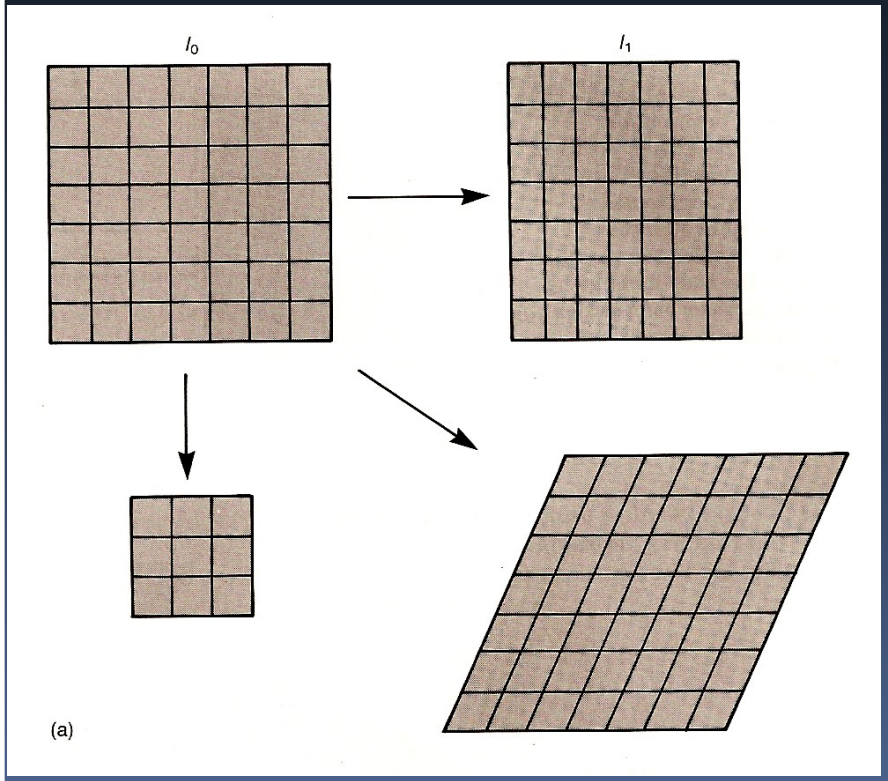
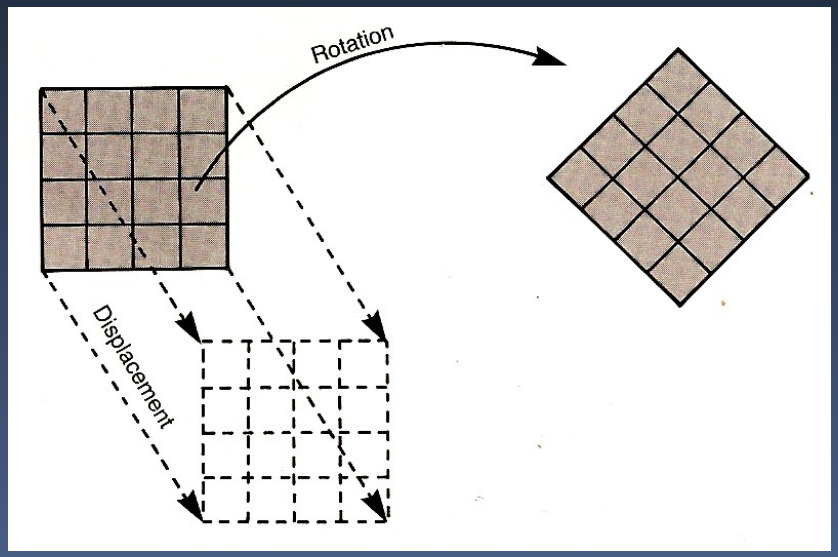
Stress/tensão e Strain/deformação

- Stress - Tensão

- Força (ma) Tensão (F/A)

Strain - deformação

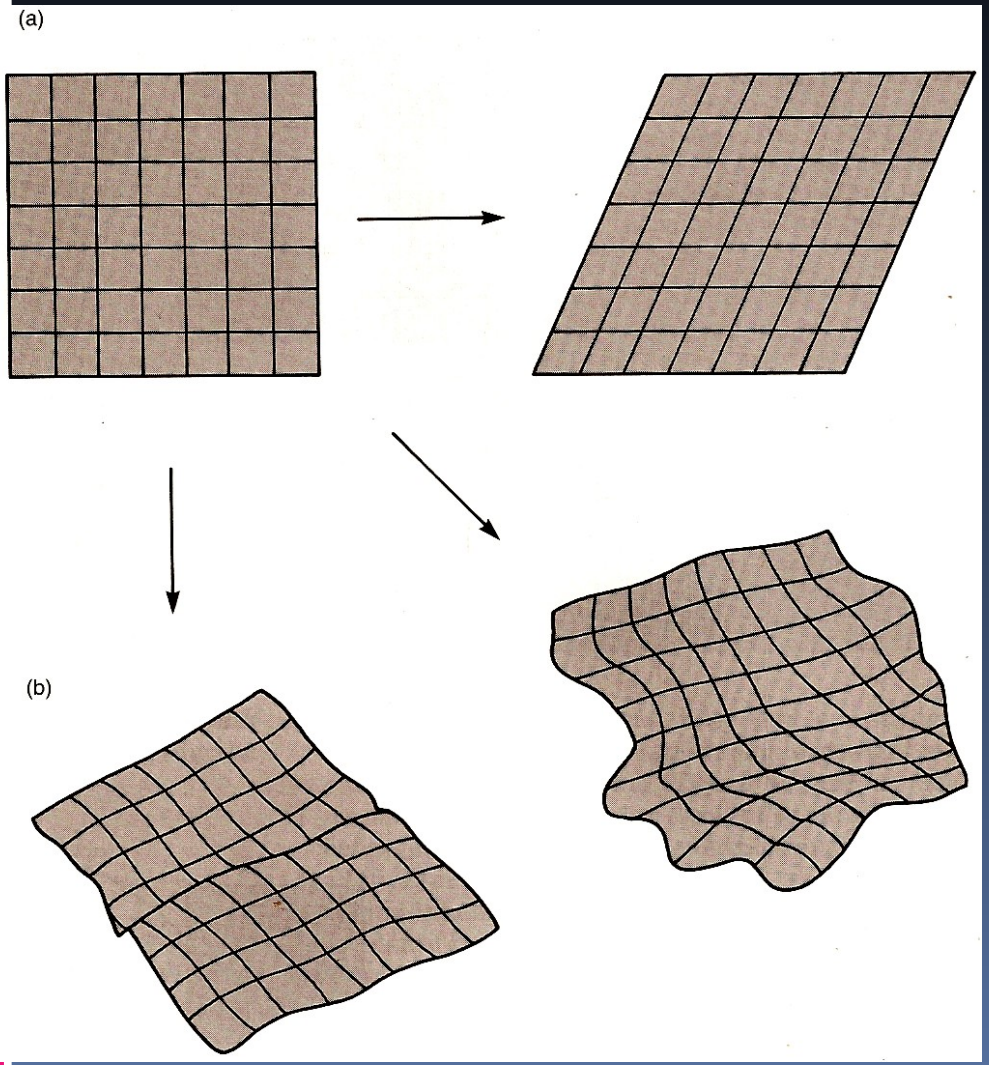




Variação na forma e/ou no volume

Variação na posição – corpos rígidos

Strain - deformação



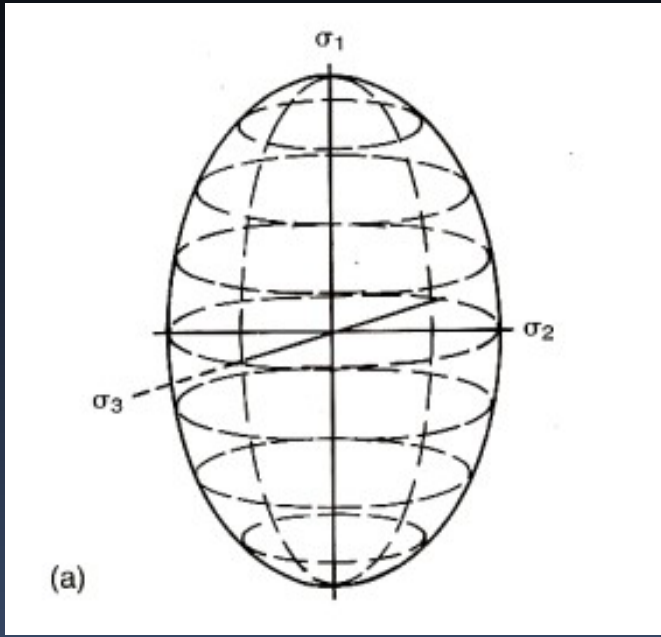
deformação homogênea – linha

retas permanecem retas e linha

Paralelas permanecem paralel

deformação heterogênea

Elipsóide de Tensão



Eixos principais de tensão, onde σ1≥ σ2 ≥ σ3

Os eixos são ortogonais entre si

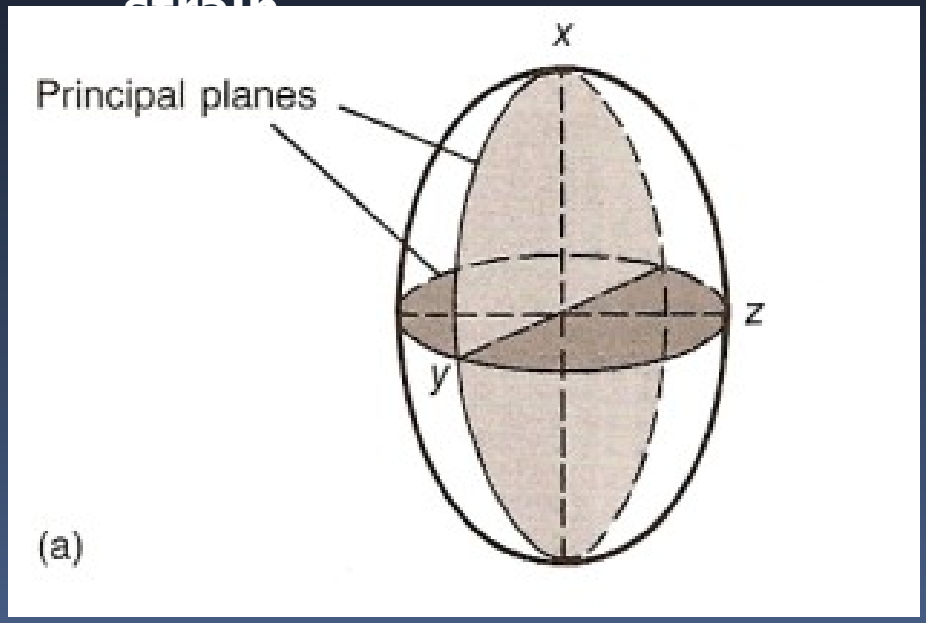
1 vertical e dois horizontais

Shmax ou SH ou σH– tensão horizontal máxima

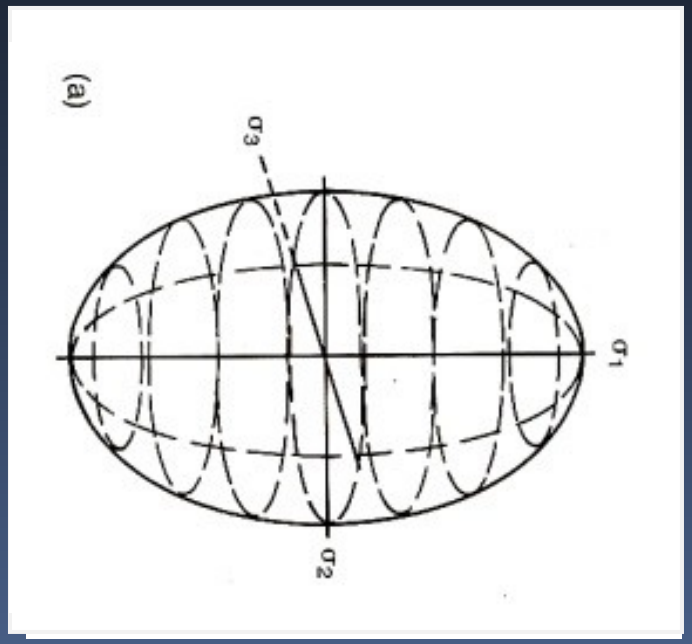
Shmin ou Sh ou σh– tensão horizontal mínima

Elipsóide de strain x elipsóide de stress

Elipsóide de strain



Elipsóide de stress



Comprimento do eixo X ≥ Y ≥ Z

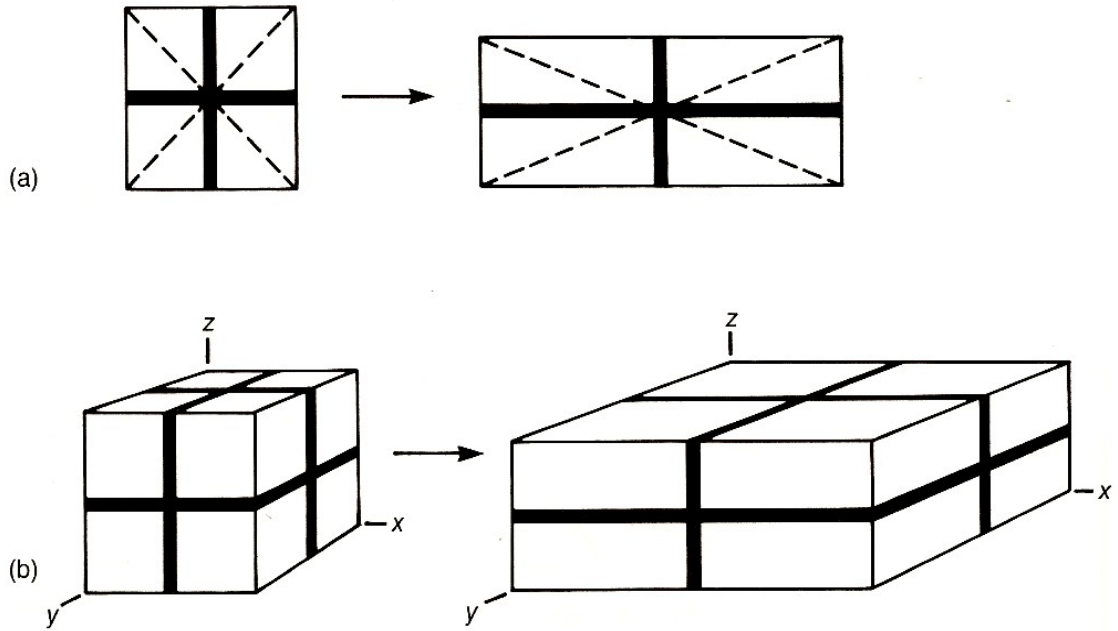
X – eixo de estiramento

Z – eixo de encurtamento

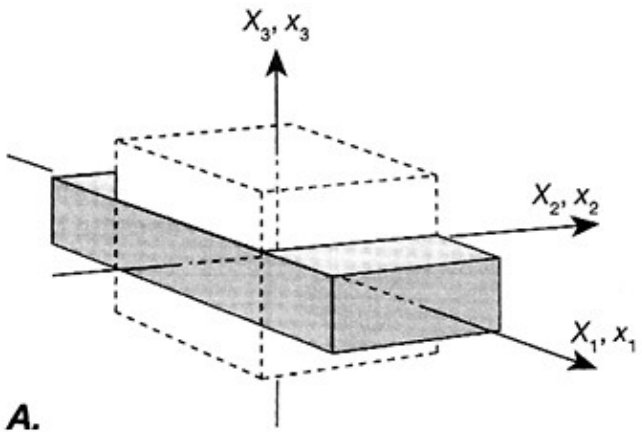
Magnitude da tensão é maior em σ1 (σ1≥σ2≥σ3)

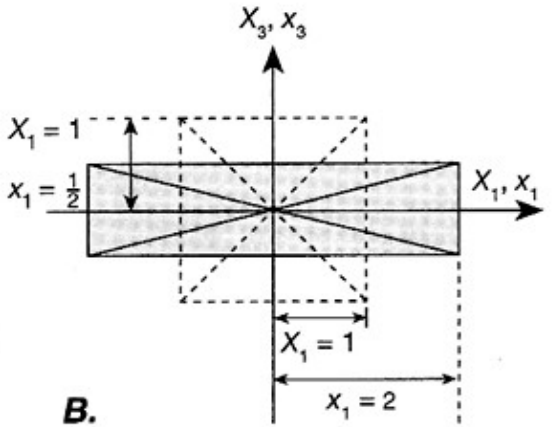
σ1 → Z; σ2 → y; σ3 → X

Deformação por Cisalhamento Puro – **Modelo de Anderson** - *Pure shear*

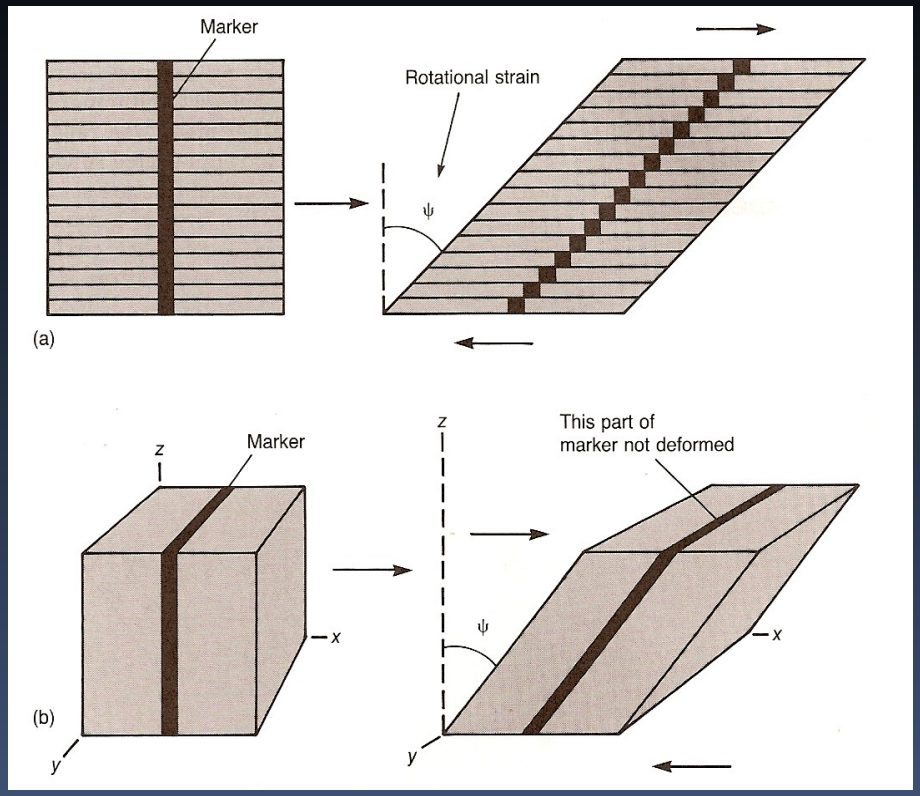


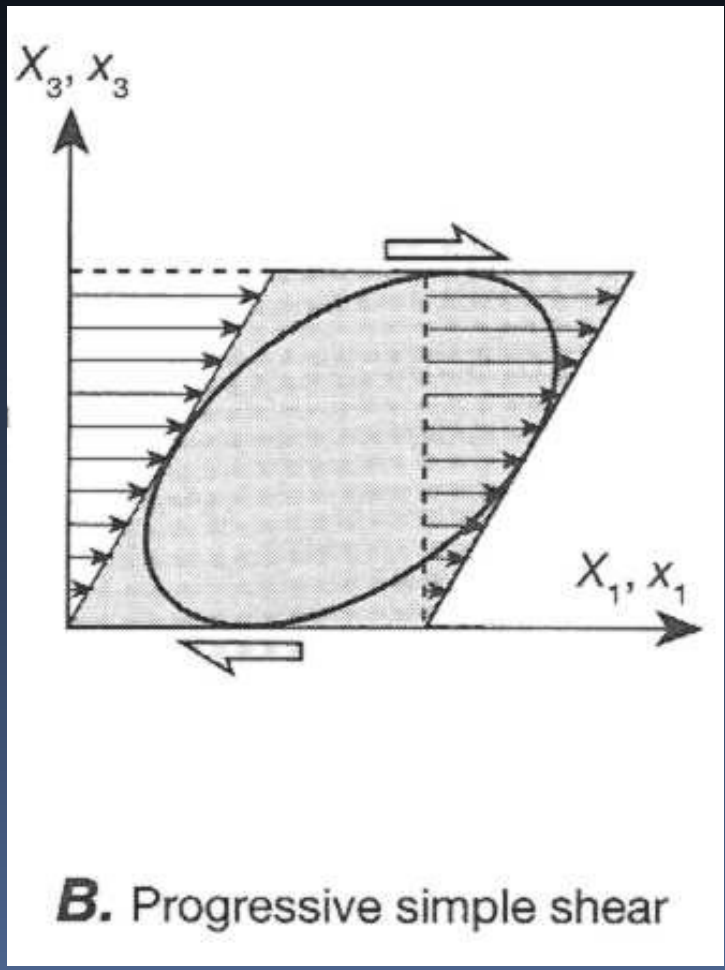
Os ângulos entre os eixos principais não mudam

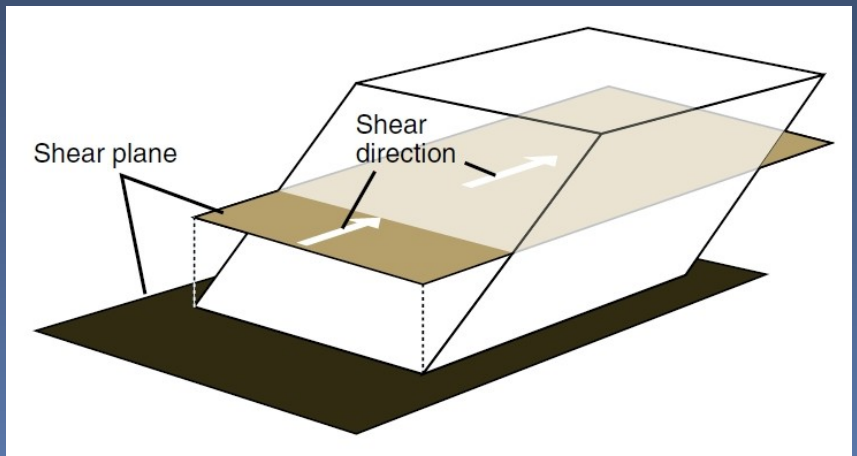




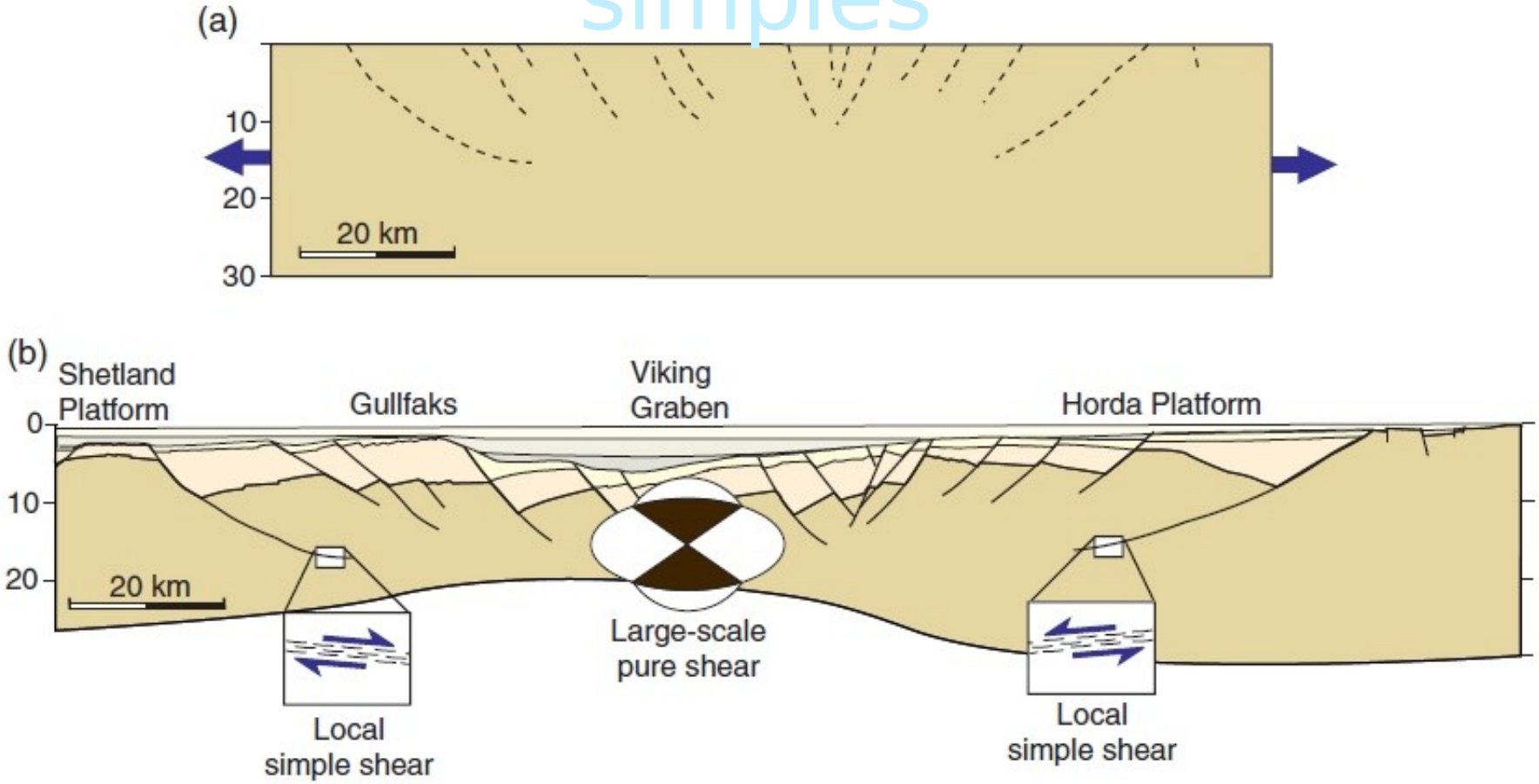
Deformação por cisalhamento simples ou **Modelo de Riedel -** *simple shear*





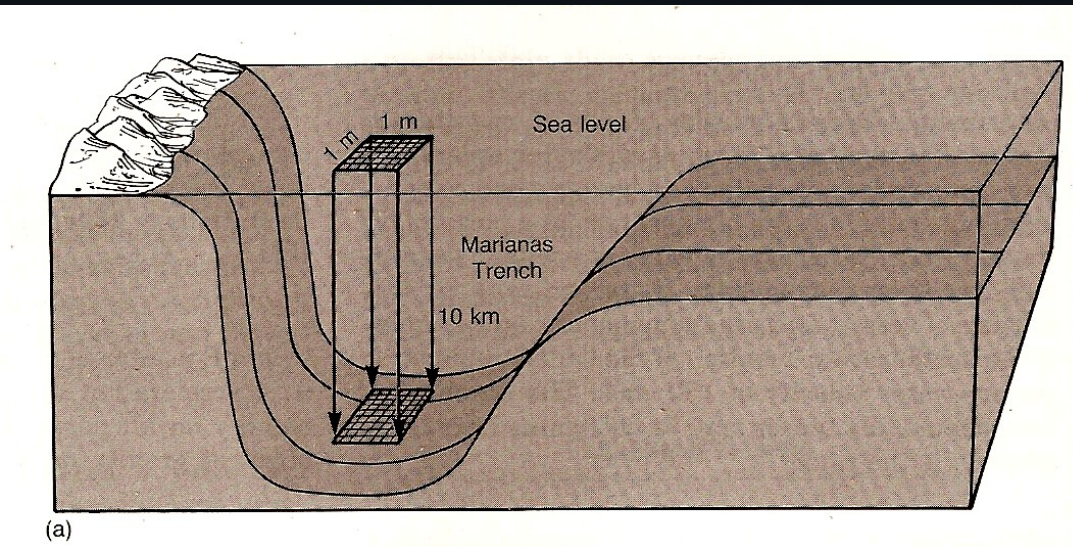


Atuação de cisalhamento puro e simples



(Fossem, H., 2010)

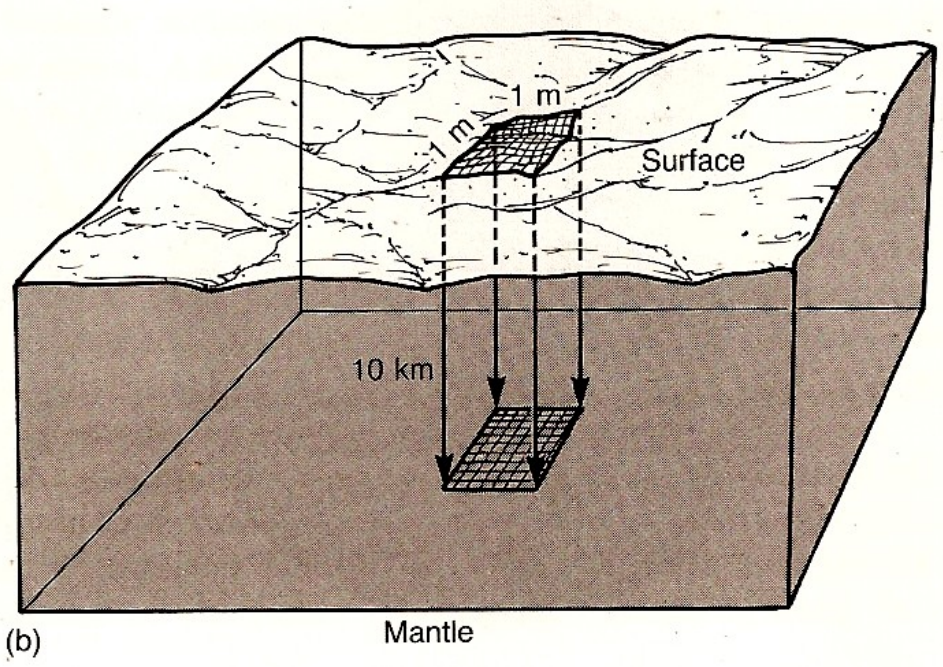
Stress - Tensão



F = m.a
F = vol.ρ.g
F = a.h. ρ.g

σ = a.h. ρ.g/a
σ = ρ.g.h
σ = 1030 kg/m³.9.8m/s².10⁴m
σ = 100,9 MPa

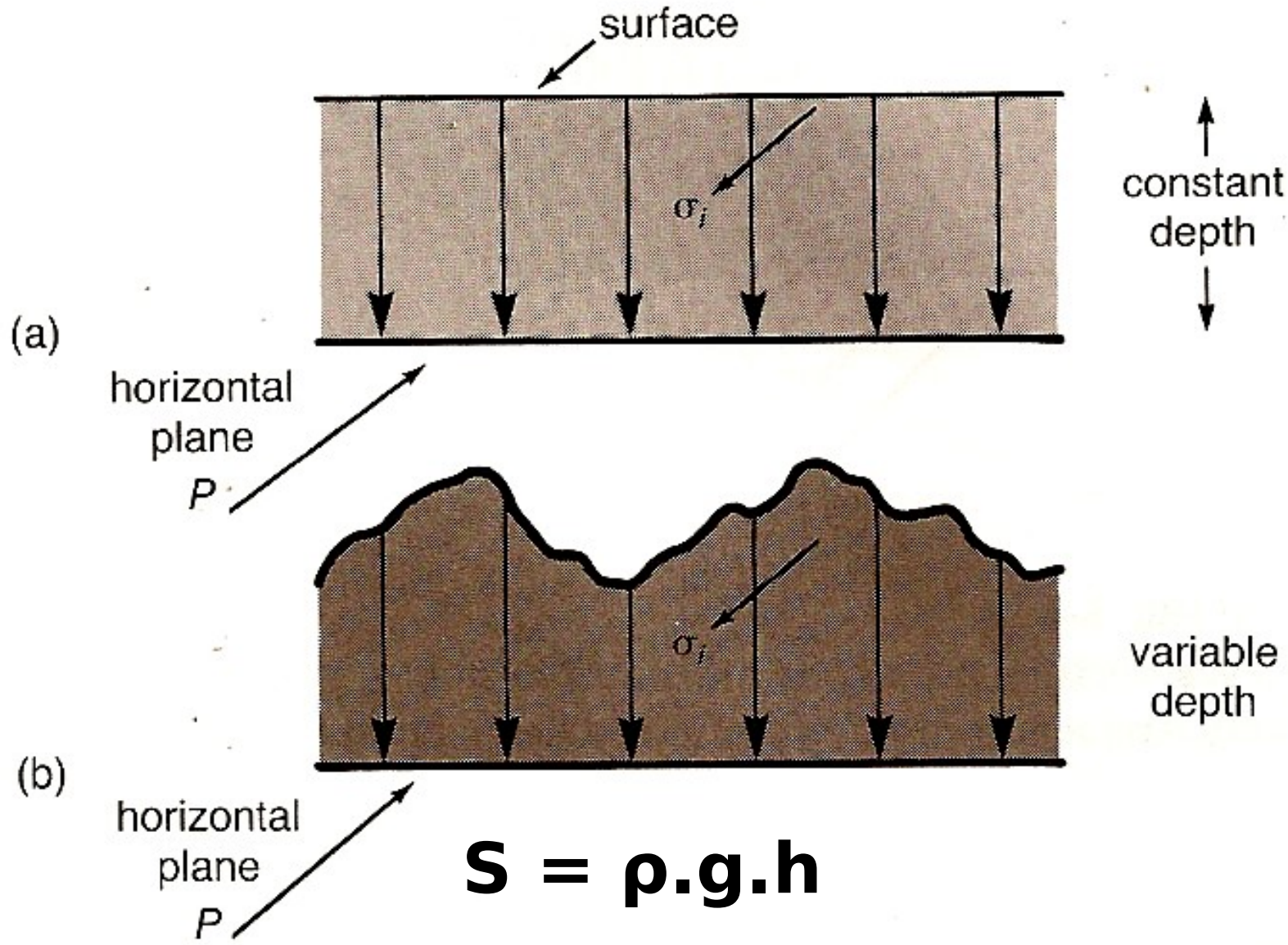
σ = ρ.g.h
σ = 2750 kg/m³.9.8m/s².10⁴m
σ = 269,5 MPa



TENSÃO = força por unidade de área

- Tensão – F/A,
- pascal (Pa) = N/m^2 ($kg/m.s^2$)
  - $N = kg.m/s^2$
- 1 Pa = $1,0x10^{-5}$N, 1MPa=10N
- 1 Pa = $1,0x10^{-5}$Bar, 1MPa=10Bar
- 1Kbar = 100Mpa ~ 3,5km de coluna de rocha

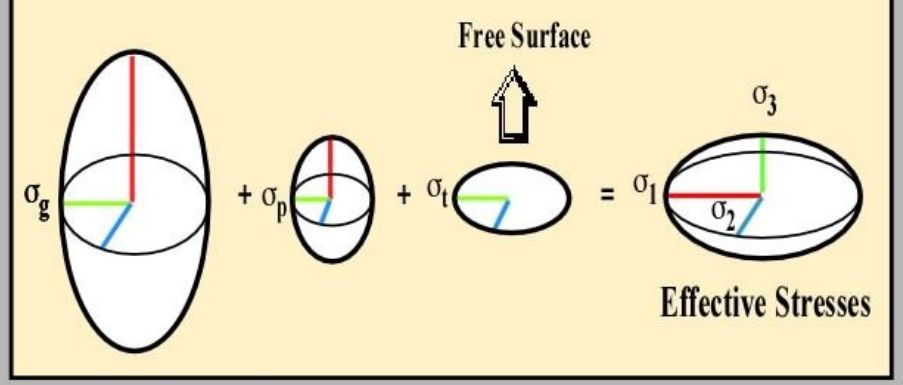
Stress litostático



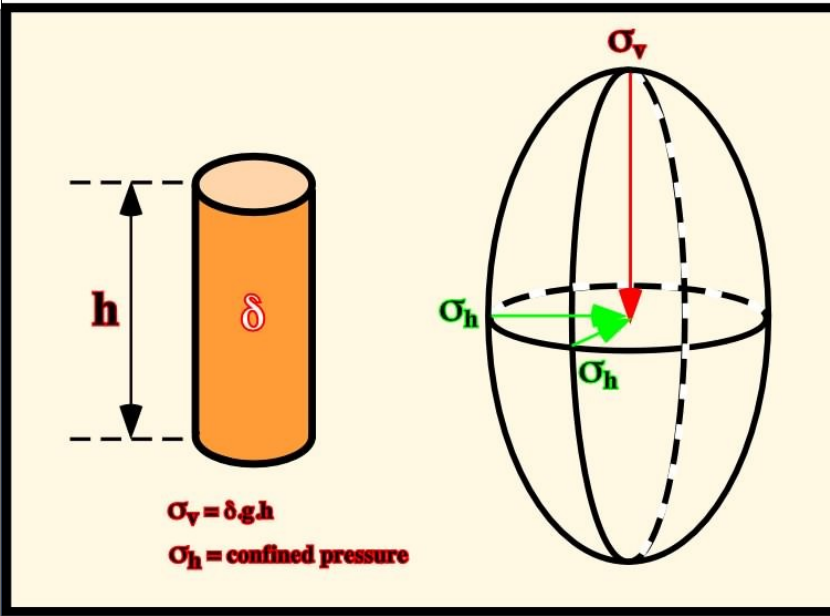
$$S = \rho.g.h$$

Effective Stresses

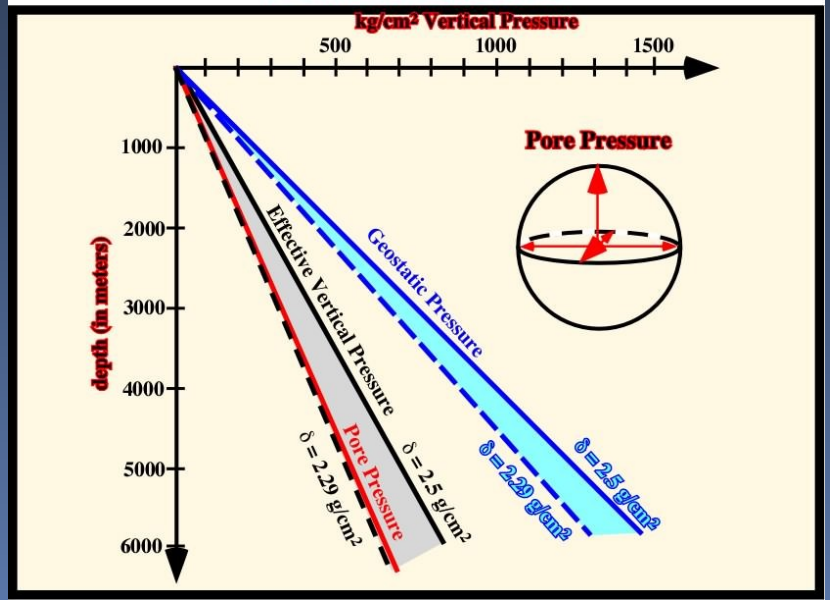
(Geostatic Stress) + (Pore Pressure) + (Tectonic Stress)
=
(Effective Stresses)



Geostatic Pressure



Pore Pressure



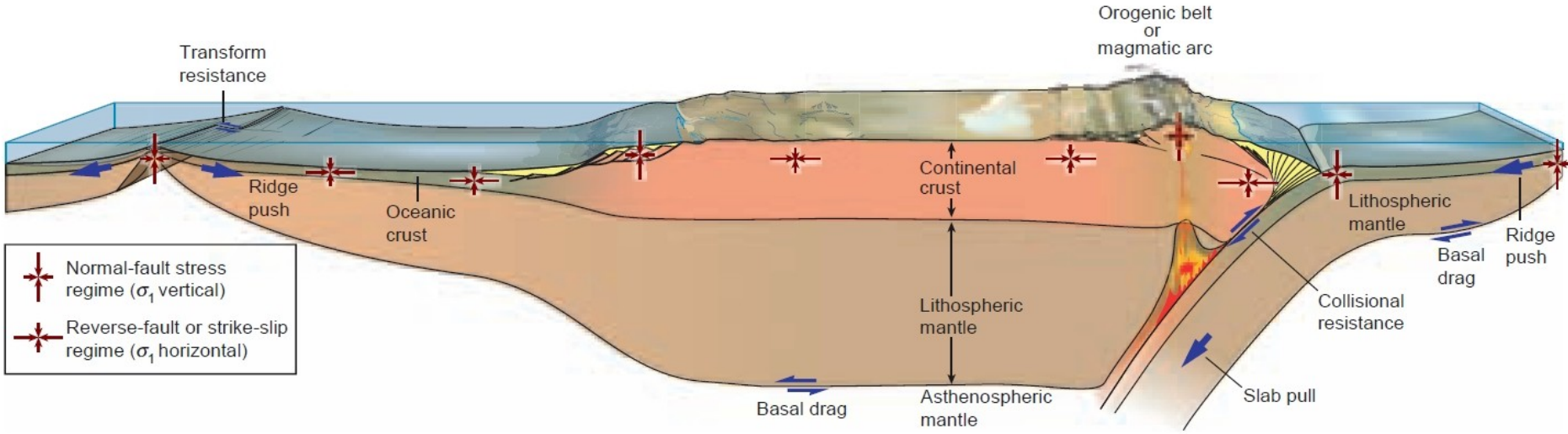
Tensão litostática, ou geoestática, é biaxial a profundidades menores – de até 5 quilômetros, em média → as tensões horizontais variam entre 50% a 80% da vertical. Em maiores profundidades ela é isotrópica (os 3 eixos tem igual magnitude).

Classificação da tensão

- Tensão compressiva –> em geologia é considerada positiva (o oposto da engenharia)
- Tensão distensiva –> na geologia é considerada negativa
- Tensão normal –> dirigida perpendicularmente a um dado plano
- Tensão cisalhante –> paralela a um dado plano
- Tensão média -> σ1+σ2+σ3/3 (normal)
- Tensão diferencial -> σ1-σ3 (quanto maior o stress diferencial maior a deformação
- Tensão isotrópica –> σ1 = σ2 = σ3 (tensão hidrostática ou litostática) → sem mudança na forma (sem tensão de cisalhamento ou deformação de cisalhamento); causa diminuição do volume (*skrinkage*) e aumento da densidade
- Tensão desviatória –> tensão que se desvia da tensão isotrópica. Em geral é componente não litostática do stress (tensão tectônica) → um ou mais eixos de tensão são diferentes dos outros dois. Presença de deformação de cisalhamento; causa mudanças na forma do corpo
- Tensão tectônica –> gerada pela movimentação das placas litosféricas. A tensão tectônica é um vetor que atua paralelamente à superfície do geóide
- Campo de tensão –> distribuição total da tensão num corpo rochoso

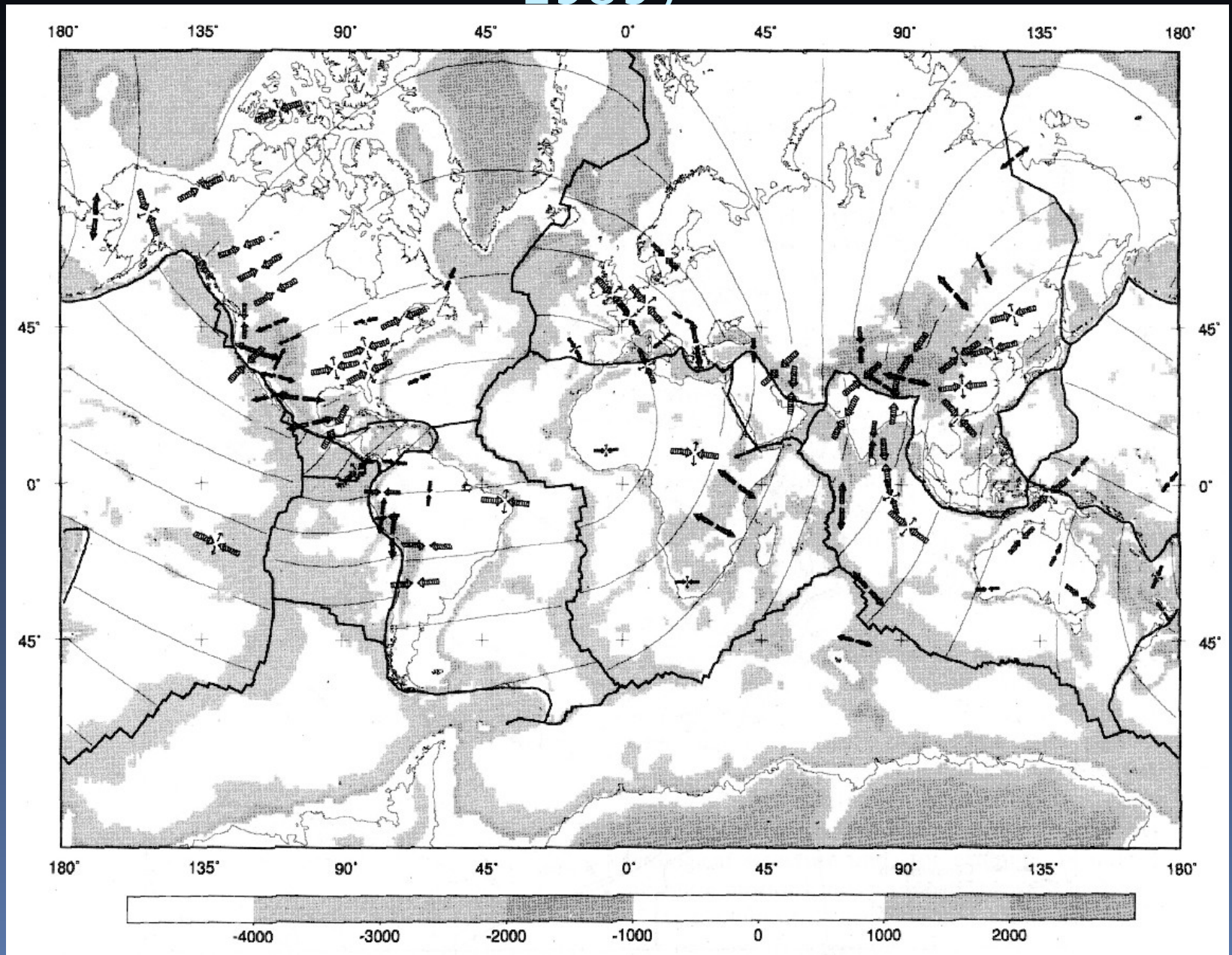
Fontes de tensões na litosfera

- Tensão de altitude (ρgh)
- Empurrão da cordilheira mesoceânica (*ridge push*)
- Puxão da placa subsidente (*slab pull*)
- Forças colisionais
- Stress na base da litosfera
- Carga de sedimentos na margem
- Subsidência térmica da margem

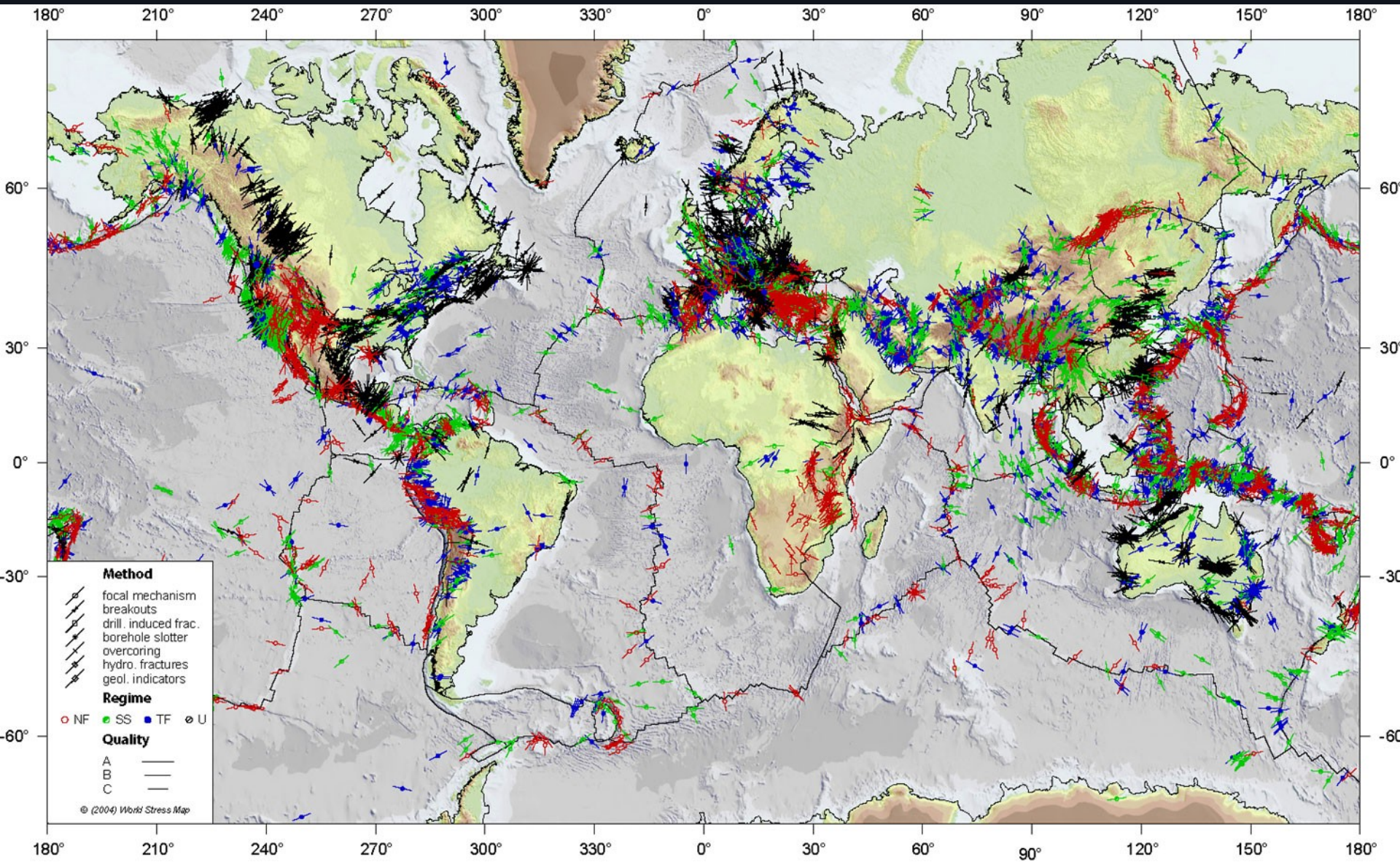


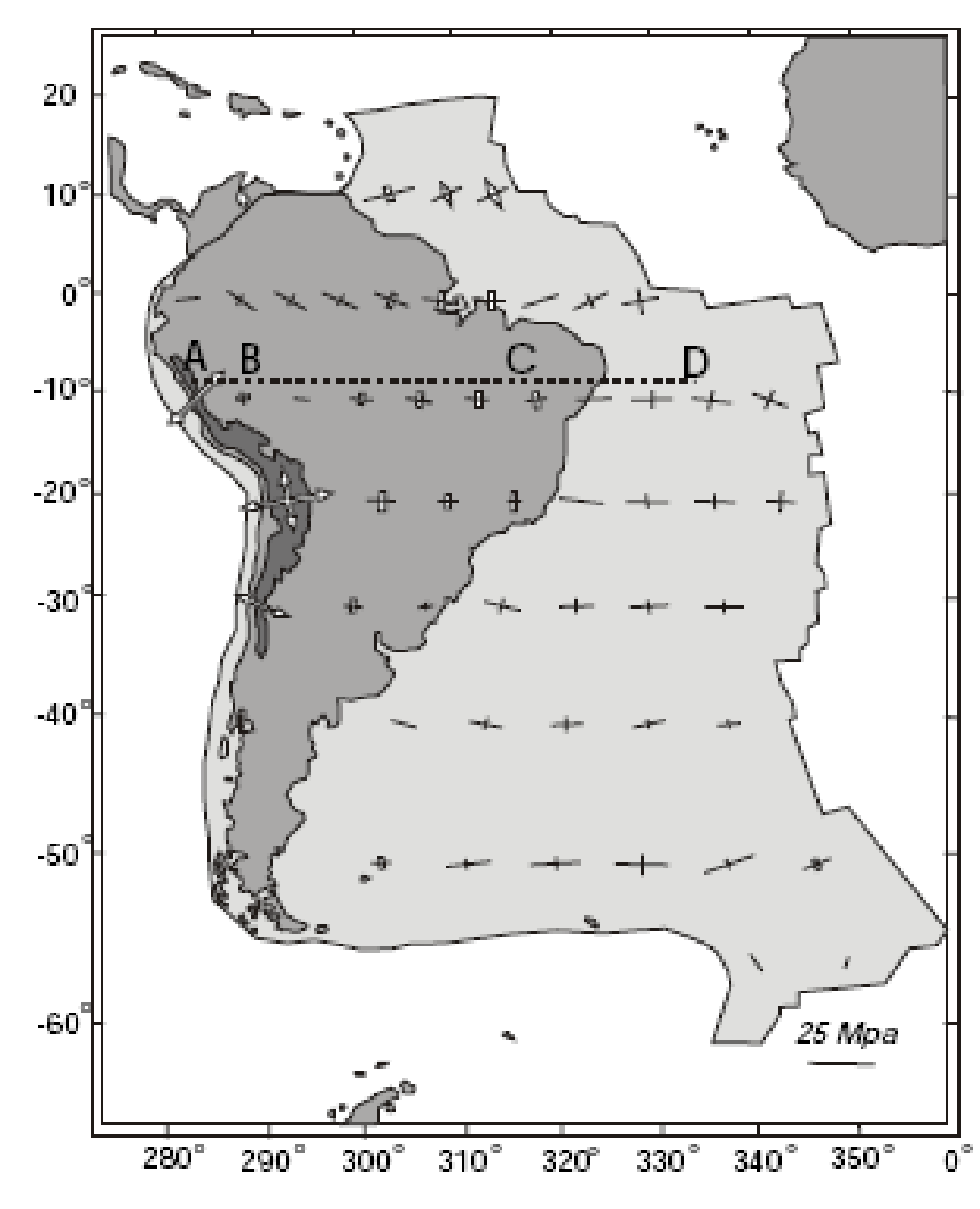
Tensões na Litosfera (Fossem, H., 2010)

Tensões na litosfera (Zoback *et al.* 1989)



WORLD STRESS MAP

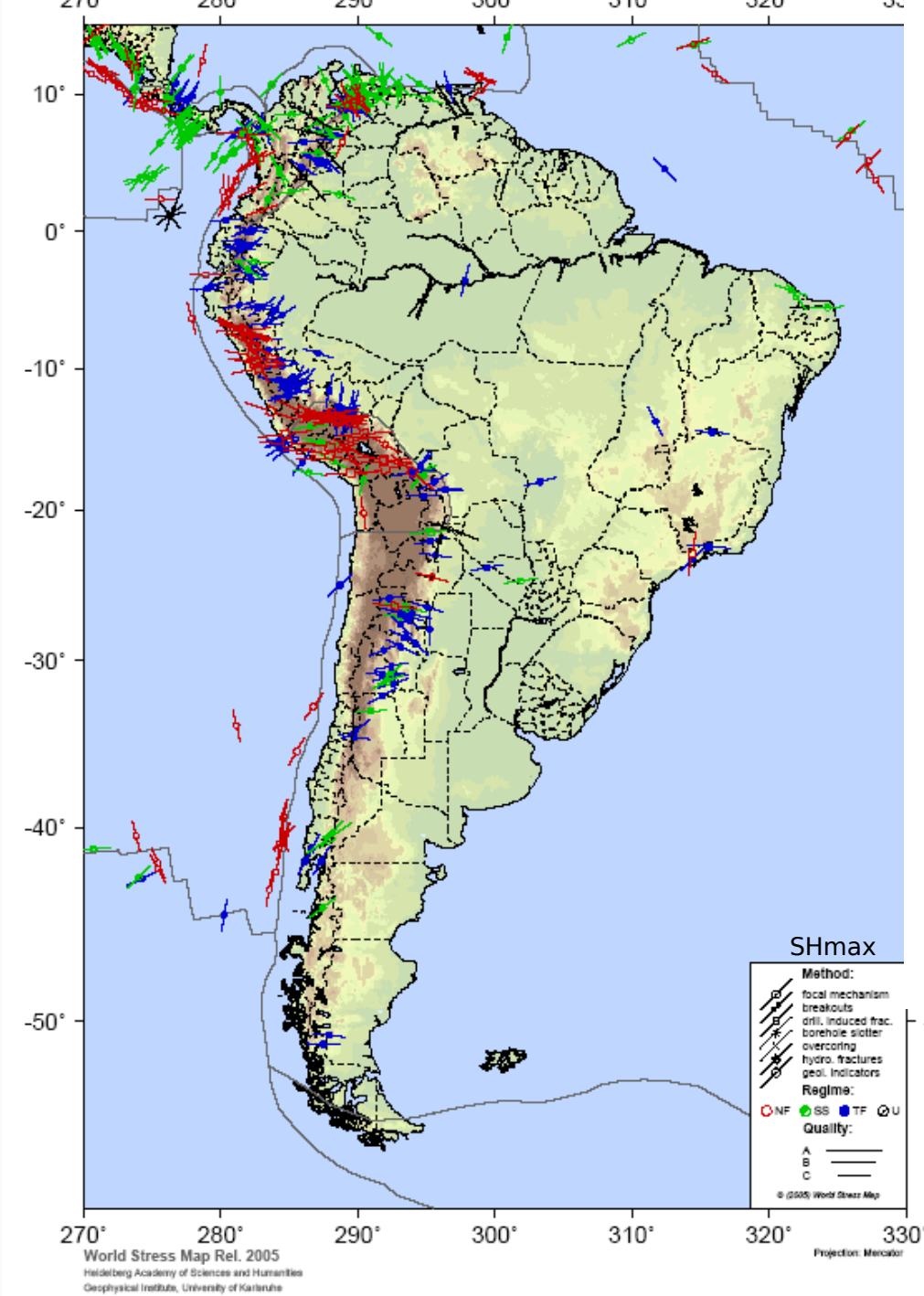


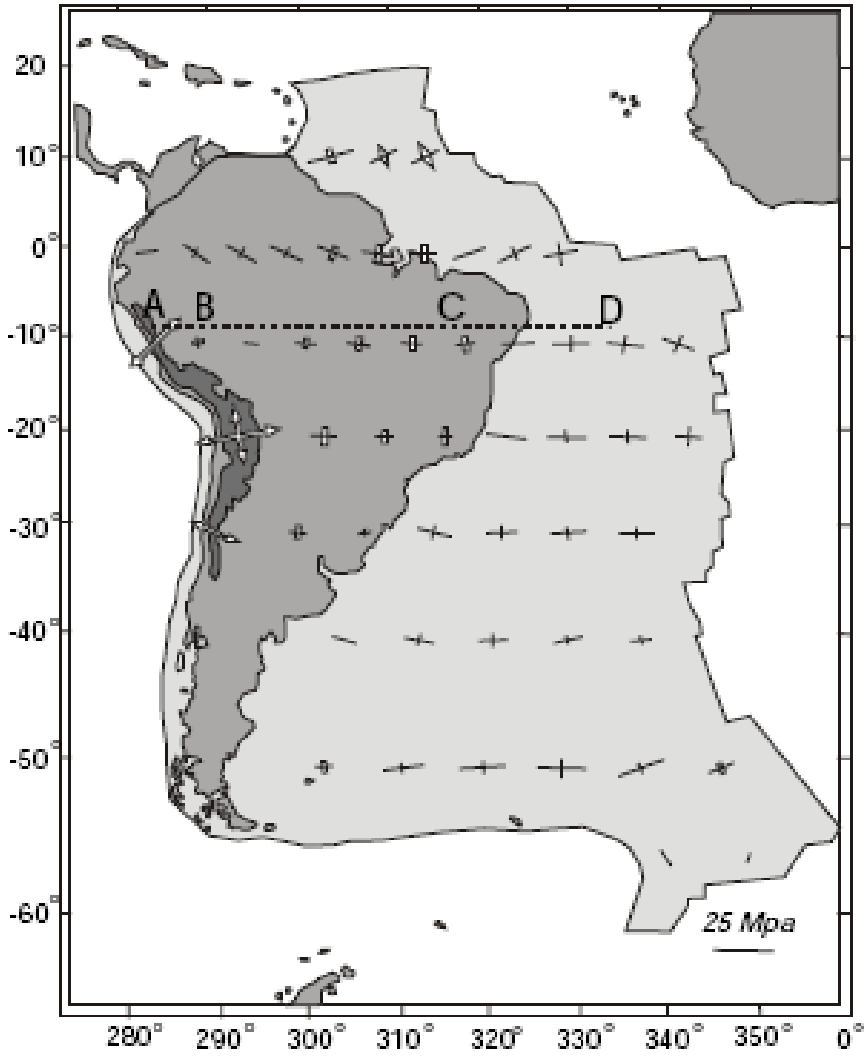


Distribuição de tensões na Placa Sul-Americana (modelo matemático)

Linha – compressão

Retângulo - distenção





Distribuição de Tensões na Placa Sul-Americana – modelo teórico x empírico